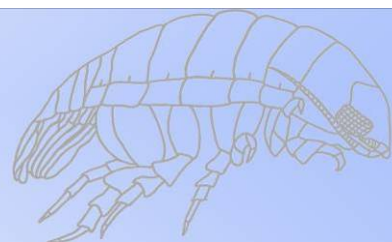


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research





e-Rapport nr. 3-2012

## *Marin miljøundersøkelse ved Bjørnskjæret og Slokkholmen Øst i 2011*

**Fredrik Staven**  
**Vidar Strøm**  
**Kristin Hatlen**  
**Per Johannessen**



	<b>SAM-marin</b> Seksjon for anvendt miljøforskning	
Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway      Tlf: 55 58 44 65   Fax:55 58 45 25	Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30	

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse ved Bjørnskjæret og Slokkholmen Øst i 2011	Dato: 16.12.2011
	Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Fredrik Staven, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per Johannessen	Prosjektleder: Fredrik Staven
	Prosjektnummer: 34-4-11C

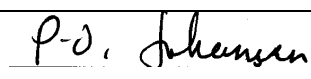

Oppdragsgiver: Marine Harvest, region nord	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

**Abstract:**

On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the basin of Risværfjorden, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of Risværfjorden based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, four different stations in Risværfjorden were chosen for sampling. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of cobber and zinc was low (class I), while the content of phosphorus was moderate. The organic content (TOC) varied between high content at station 2 (class IV), to low content (class I) at station 4. However, the organic content expressed as % volatile total solids indicates a somewhat lower organic content. The fauna experiment investigations showed some environmental impact at station 3 (class II-III), and station 4 (class I-II), while the impact at station 1 and 2 was very low (class I).

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153  <b>SAM e-Rapport nr. 3-2012</b>
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	3.2.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	16.12.2011	

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkellesområdet</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding, og metoder</b> .....	<b>7</b>
2.2.1 Hydrografi .....	8
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser .....	11
2.2.4 Bunndyr.....	11
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>23</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>24</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>24</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>25</b>
<b>GENERELL VEDLEGGSEDEL</b> .....	<b>25</b>
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	33
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	41

## **1 INNLEDNING**

På oppdrag fra Marine Harvest, region nord, har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse i Risværfjorden, Leka Kommune, i Nord-Trøndelag fylke. Det er tatt prøver fra fire stasjoner i området rundt oppdrettslokalitetene Bjørnskjæret og Slokkholmen. Feltarbeidet ble utført 13. april, 2011.

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert bunnprøver fra disse fire stasjonene og identifisert artene i disse.

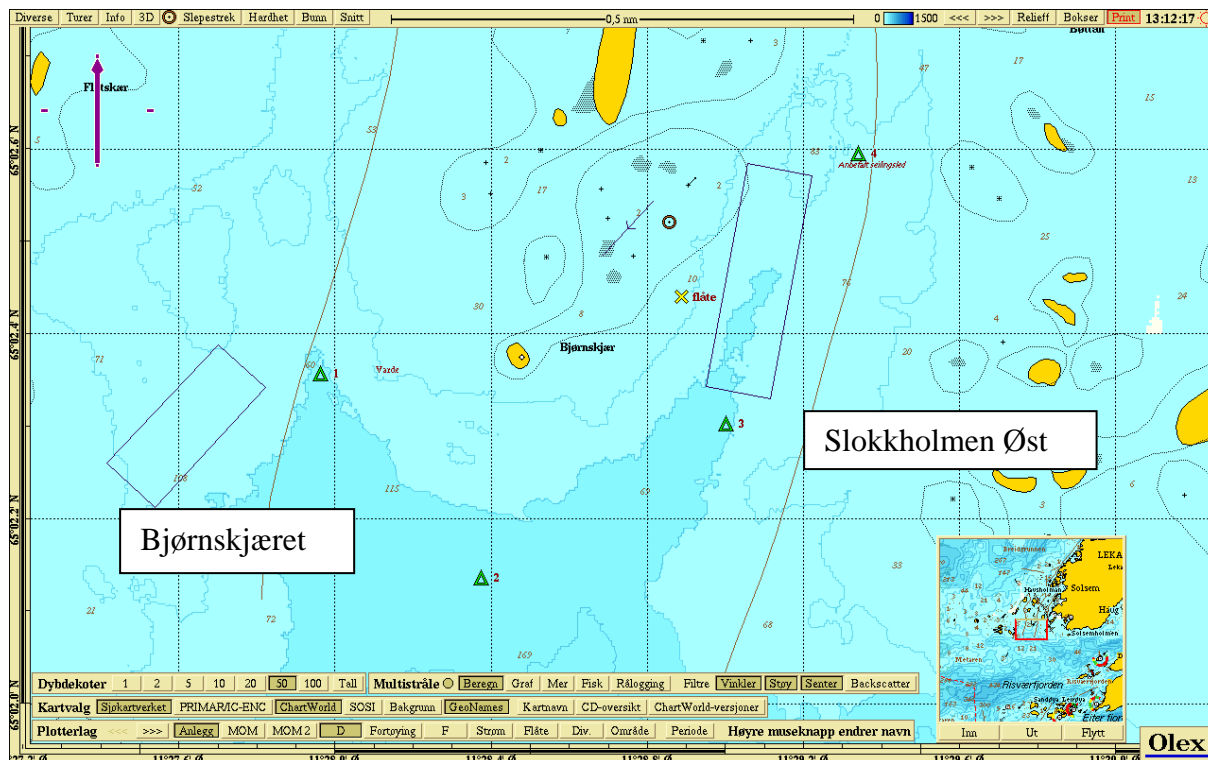
Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slikt arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad hos SAM-marin. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).

## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsesområdet ligger på nordsida av Risværfjorden (Fig 2.1). Begge lokalitetene drenerer sørover rett ut i Risværfjorden som har uhindret kontakt med havet utenfor.

Det ble tatt prøver fra i alt fire stasjoner. To stasjoner ligger i nær-/overgangssonen ved lokalitetene Bjørnskjæret og Slokkholmen. Én stasjon ligger 75 meter sør for Slokkholmen, og én stasjon ligger midt mellom de to lokalitetene.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

## 2.2 Innsamling, opparbeiding, og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marin Harvest AS den 13. april, 2011. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra fire stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i tabell 2.1.



**Figur 2.2.** Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid ( $H_2S$ ), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Målingene ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 13. april 2011.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i april 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Bjørnskjæret 1 13.04.11	Bjørnskjæret 65°02.348 N 11°27.961 Ø	107	1	8,4	Hvit skjellsand og silt. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			2	7,4	Hvit skjellsand og silt. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			3	9,50	Hvit skjellsand og silt. Ingen lukt. Kjemisk/Geologisk analyse.
St. Bjørnskjæret 2 13.04.11	Bjørnskjæret 65°02.128 N 11°28.374 Ø	147	1	16,3	Silt og leire. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			2	16,3	Silt og leire. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og reke. Faunaprøver.
			3	16,3	Silt og leire. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var slimål. Kjemisk/Geologisk prøve.
St. Bjørnskjæret 3 13.04.11	Bjørnskjæret 65°02.257 N 11°28.958 Ø	101	1	5,4	Skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og eremittkreps. Faunaprøver.
			2	5,4	Skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			3	6,4	Skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Kjemisk/Geologisk prøve
St. Bjørnskjæret 4 13.04.11	Bjørnskjæret 65°02.586 N 11°29.340 Ø	67	1	2,0	Grov skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			2	4,5	Grov skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøver.
			3	4,5	Grov skjellsand og silt. Lys/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Kjemisk/Geologisk prøve.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra fire stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.



### 2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter NS-EN 13654-1m. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

### 2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt, med hull diameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved

tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet og KLIF (Klima og Forurensningsdirektoratet) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997, Veileder nr 1:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversitetene beregnes for prøvene og brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra Svært god (I) til Meget dårlig (V). I tillegg brukes indeksene NQI1 og NQI2, som også tar hensyn til artenes sårbarhet (beregnet vha AMBI). Dette er en internasjonal standard som er implementert etter det nye vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 1:2009). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Klassifisering av miljøtilstand (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet 1:2009). Normalisert TOC er korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget/ svært god	II God	III Moderat/ mindre god	IV Dårlig	V Meget / svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener (H)		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Normalisert TOC	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

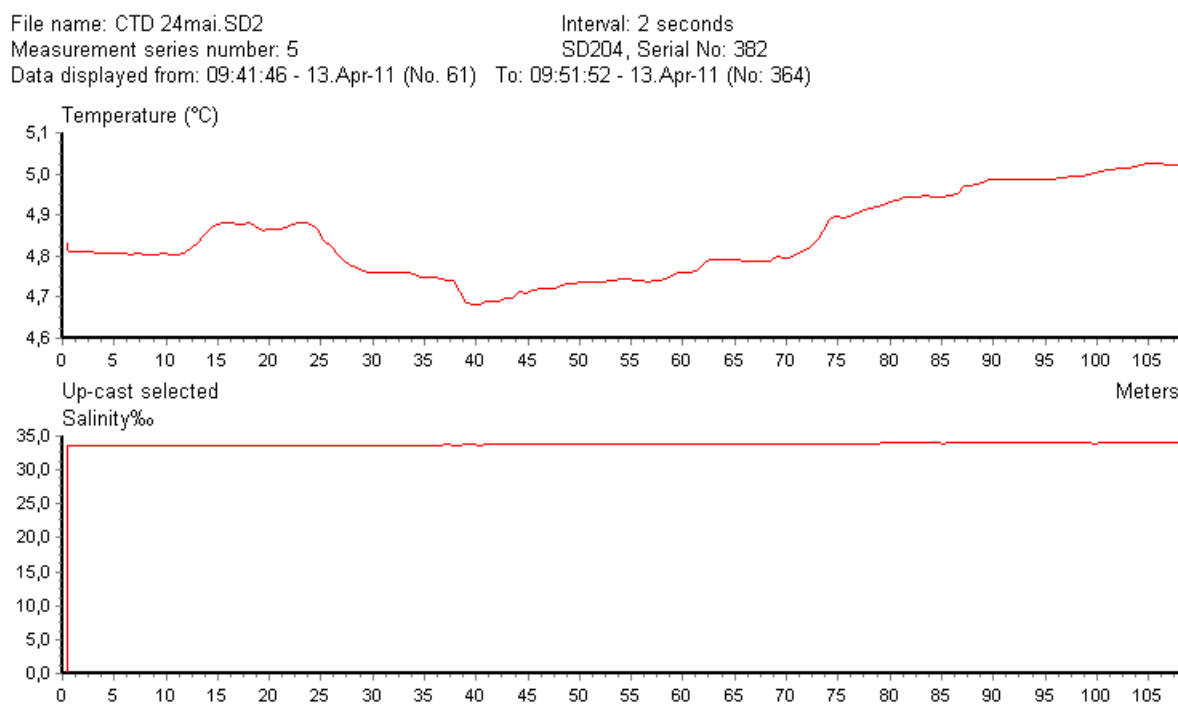
**Tabell 2.3** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minst 20 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-19 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 til 4 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup></li> </ul>
Miljøtilstand 4 (uakseptabelt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> </ul>

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

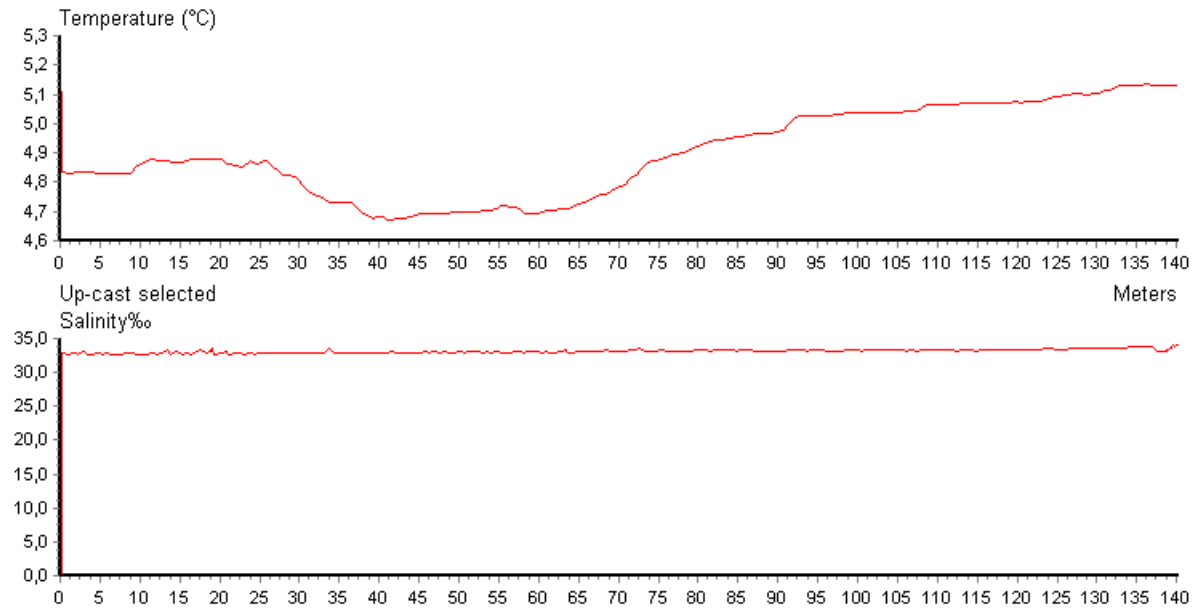
Det ble utført målinger av saltholdighet og temperatur på alle fire stasjoner (figur 3.1, 3.2, 3.3, og 3.4). Det foreligger imidlertid ikke oksygenmålinger for noen stasjoner på grunn av defekt oksygensonde. Da vannutskiftingen i området ikke er begrenset av terskler og det er åpen forbindelse ut til åpne havet, er det ikke sannsynlig at bunnvannet i området vil ha reduserte oksygenverdier.



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 105 meters dyp på stasjon Bjørnskjæret 1 den 13. april 2011.

Av figur 3.1 ser vi at temperaturen ligger like i overkant av 4.8 °C fra overflaten og nedover til cirka 30 meters dybde, hvor den avtar til cirka 4.75 °C. Derifra og nedover er den forholdsvis jevn ned til cirka 80 meters dybde hvor den stiger til over 4.9 °C. Saliniteten ligger jevnt på rundt 33,5 ‰ gjennom hele vannsøylen.

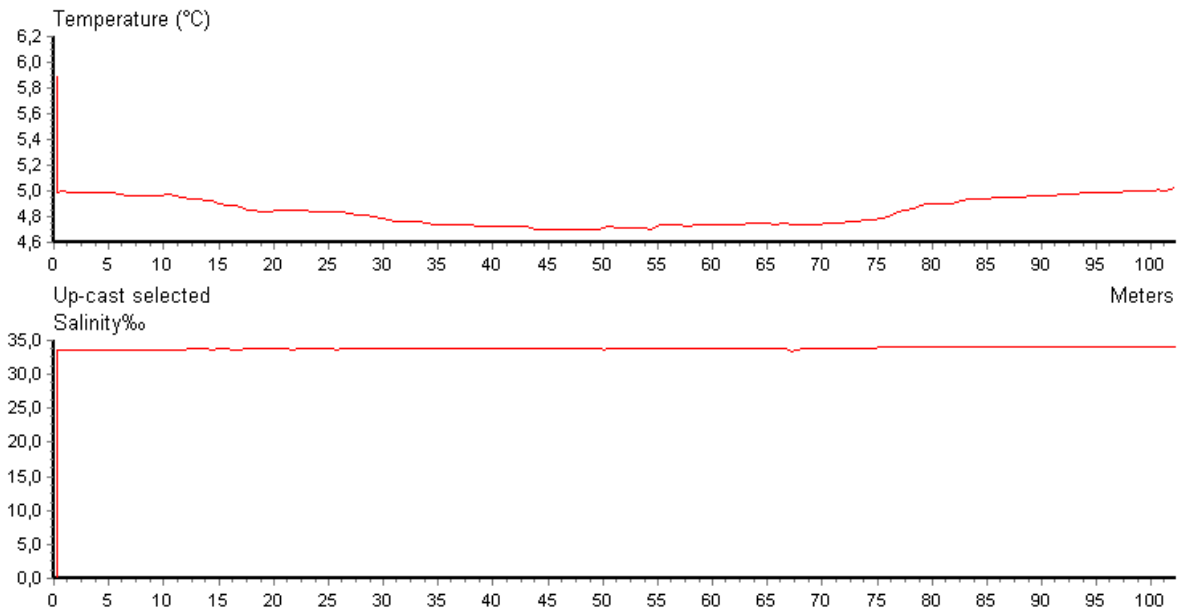
File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 11:13:14 - 13.Apr-11 (No. 451) To: 11:25:40 - 13.Apr-11 (No: 824)



**Figur 3.2.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Bjørnskjæret 2 den 13. april 2011.

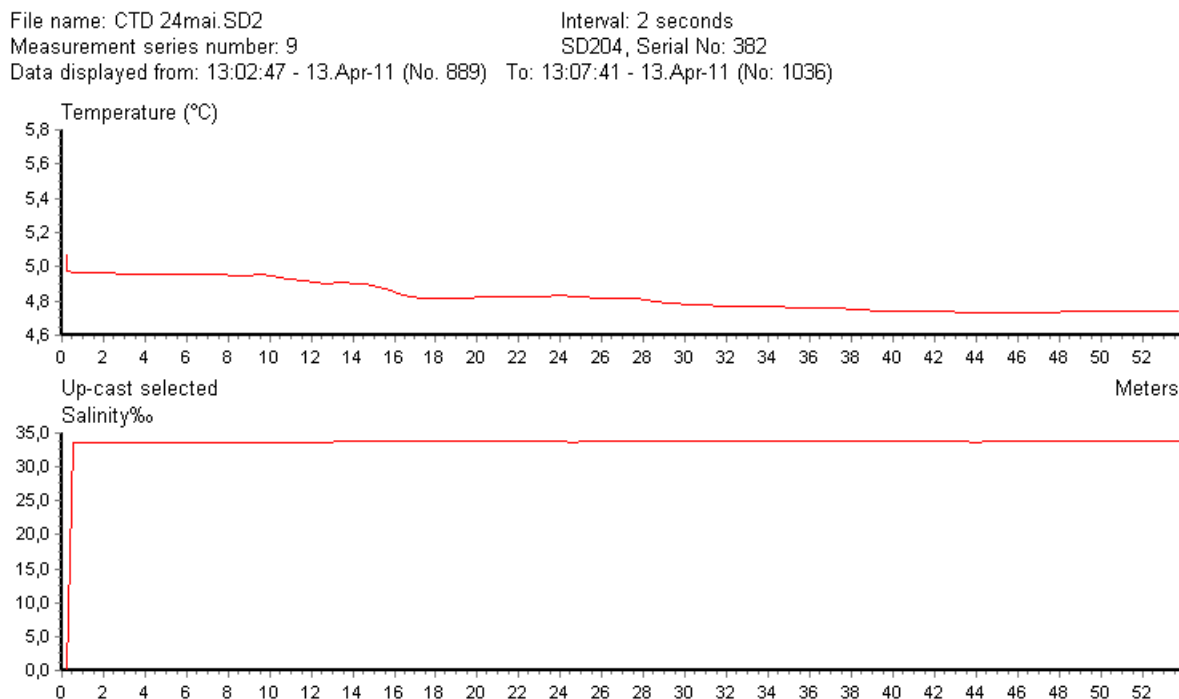
Av figur 3.2 ser vi at temperaturen ligger mellom 4,7 og 4,8 °C ned til cirka 100 meters dybde, hvor den videre nedover gradvis stiger til over 5,0 °C. Saliniteten ligger stabilt på 32-33 ‰ gjennom hele vannsøylen.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 11 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 14:02:24 - 13.Apr-11 (No. 1072) To: 14:11:30 - 13.Apr-11 (No: 1345)



**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet ved overflaten og til 100 meters dyp ved stasjon Bjørnskjæret 3 den 13. april, 2011.

Figur 3.3 viser små forandringer i temperaturen mellom 4,7 og 5,0 °C nedover i vannsøylen, med det kaldeste vannet midt i vannsøylen. Saliniteten ligger stabil på 34,0 ‰ gjennom hele vannsøylen.

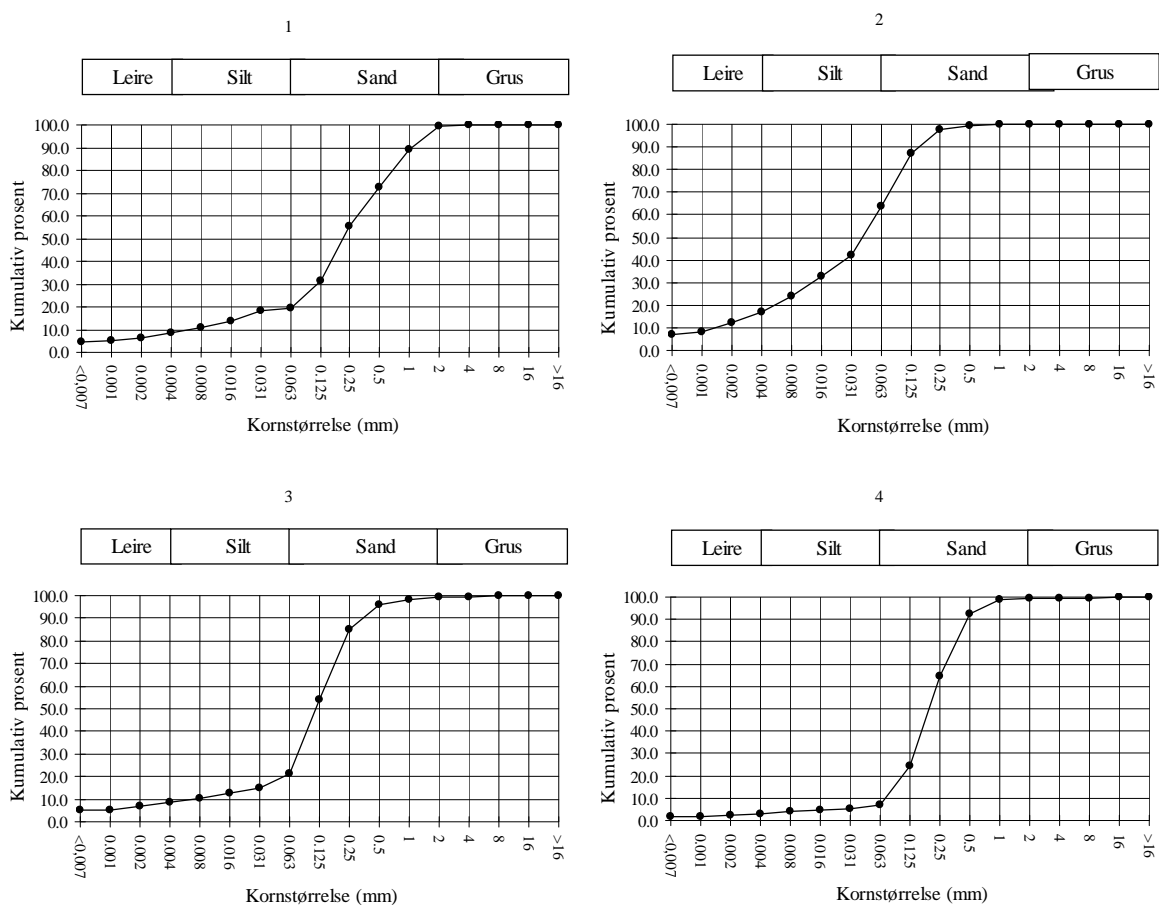


**Figur 3.4.** Temperatur og saltholdighet ved overflaten og til 52 meters dyp ved stasjon Bjørnskjæret 4 den 13. april, 2011.

Figur 3.4 viser at temperaturen synker gradvis fra 4,9 til cirka 4,7 °C gjennom vannsøylen. Saliniteten ligger jevnt rundt 33,7 ‰ nedover mot 52 meters dybde.

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.3 og Tabell 3.2. Sedimentet på stasjon 1 var grovkornet og inneholdt 80 % sand, og 19 % leire/silt. Det organiske innholdet (% glødetap) var 6,8 %. Ved stasjon 2 var sedimentet mer finkornet med 64 % leire/silt, og 36 % sand. Det organiske innholdet (% glødetap) var 10,6 %. Sedimentet ved stasjon 3 var forholdsvis grovkornet med 78 % sand, og 21 % leire/silt. Det organiske innholdet var 6,6 % (% glødetap). Ved stasjon 4 var sedimentet svært grovkornet, med 92 % sand, og 7 % leire/silt. Her var det organiske innholdet 5,2 % (% glødetap).



**Figur 3.3.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Bjørniskjæret og Slokkholmen i 2011.

**Tabell 3.2.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Bjørniskjæret og Slokkholmen i 2011.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
1	107	6,8	8	11	19	80	1
2	147	10,6	17	47	64	36	0
3	101	6,6	9	12	21	78	1
4	67	5,2	3	4	7	92	1

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Bjørnskjæret og Slokkholmen er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993). I dette tilfellet var glødetapet relativt lavt og høyest på stasjon 2. TOC følger det samme mønsteret, men indikerer større mengde organisk materiale. Stasjon 1 får dermed tilstand III (Mindre god), stasjon 2 får IV (Dårlig), stasjon 3 får II-III (God - Mindre God) og stasjon 4 får tilstand I (Meget god). Konsentrasjonene av sink og kobber var lave på samtlige stasjoner og gir tilstand I (Bakgrunnsverdi). Nivået av fosfor var moderat på alle stasjonene, og høyest på stasjon 3.

**Tabell 3.3.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt organisk carbon		TK	Fosfor		Sink		Kobber		Tørrestoff (TS) %
	g/kg	Normalisert TOC mg/g		mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK		
1	15,0	29,6	III	250	15,0	I	7,20	I	57,0	
2	28,0	34,5	IV	470	31,0	I	13,00	I	48,0	
3	13,0	27,2	II-III	510	23,0	I	18,00	I	56,0	
4	<5	<19,2	I	200	7,70	I	6,10	I	57,0	

### 3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.4-3.6 og Vedleggstabell 1.

Stasjon 1 ligger rett øst for lokaliteten Bjørnskjæret på 107 m dyp. Det ble funnet 976 individer og 93 arter. Dette indikerer, ifølge MOM-standarden, en meget god miljøtilstand. I tillegg beskriver Vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) et svært godt artsmangfold. Listen over de ti mest individrike artene viser at det er 7 arter med mer enn 40 individer, noe som tyder på en svært god fordeling av faunaen. Det samme kan sees i figuren over geometriske klasser. Denne stasjonen har, tross at den ligger nært et anlegg, svært gode bunnforhold.



Stasjon 2 ligger i et noe dypere (147 m) område av fjorden og fungerer som en felles fjernstasjon for lokalitetene Bjørnskjæret og Slokkholmen. Det ble funnet 1677 individer fordelt på 86 arter. KLIFs og Vanndirektivets klassifiseringsindekser tyder på en meget god faunadiversitet og -mangfold. Dette ser man igjen i grafen over geometriske klasser. Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* er mest individrik, med 494 individer, men mengden individer av andre arter på stasjonen fører til at den likevel ikke utgjør mer enn 30 % av alle dyr. Alt i alt indikerer dette liten påvirkning fra anleggene i perioden før prøvetaking.

Stasjon 3 ligger like sør for lokaliteten Slokkholmen på 101 m dyp. Her ble det registrert 1328 individer og 20 arter. Det høye individtallet skyldes 1192 individer av *Capitella capitata*, som dermed utgjør 90% av alle individer i prøven. Denne brukes ofte som indikatorart for dårlige forhold, når den forekommer i store mengder. MOM-tilstanden ligger mellom god og dårlig og Vanndirektivets indekser beskriver artsmangfoldet som dårlig. Dette gjenspeiles også i figuren med geometriske klasser. Denne stasjonen er tydelig negativt påvirket av anlegget.

Stasjon 4 ligger på 67 m dyp like nord-øst for lokaliteten Slokkholmen. Her ble det funnet 332 individer og 20 arter. Dette gir MOM-tilstanden meget god – god. Vanndirektivets indekser indikerer et moderat artsmangfold. Børstemarkene *Chateozone* sp. og *Capitella capitata* dominerer og utgjør til saman 80% av individene i prøven. Resultatene tyder på at anlegget påvirker forholdene ved stasjonen, men enten i mindre grad eller på et tidligere stadie enn på stasjon 3.

Det er størst likhet mellom stasjonene 1 og 2 samt 3 og 4 (ca 40%). Innad på stasjonene er likheten mellom 60 og 80%. Dette stemmer overens med resultatene fra de univariate analysene.

**Tabell 3.4.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Bjørneskjæret og Slokkholmen i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden (T.kl.) er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410.

Stasjon	Hugg nr	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	MOM tilstand	AMBI	NQI1	NQI2
1	1	372	62	4,86	0,82				
	2	604	77	4,91	0,78				
	sum	976	93	5,21	0,80	1	2,44	0,8	0,8
	Tist. kl					Meget god		Svært god	Svært god
2	1	925	69	4,42	0,72				
	2	752	68	4,22	0,69				
	sum	1677	86	4,41	0,69		2,59	0,7	0,7
	Tist. kl			Meget god				Svært god	Svært god
3	1	575	16	0,93	0,23				
	2	753	10	0,51	0,15				
	sum	1328	20	0,72	0,17	2-3	5,69	0,4	0,2
	Tist. kl			Meget god		God-Dårlig		Dårlig	Dårlig
4	1	83	13	2,23	0,60				
	2	249	15	2,06	0,53				
	sum	332	20	2,20	0,51	1-2	4,62	0,5	0,4
	Tist. kl					Meget god-God		Moderat	Moderat

**Tabell 3.5.** De mest tallrike artene/gruppene fra Bjørneskjæret og Slokkholmen i 2011.

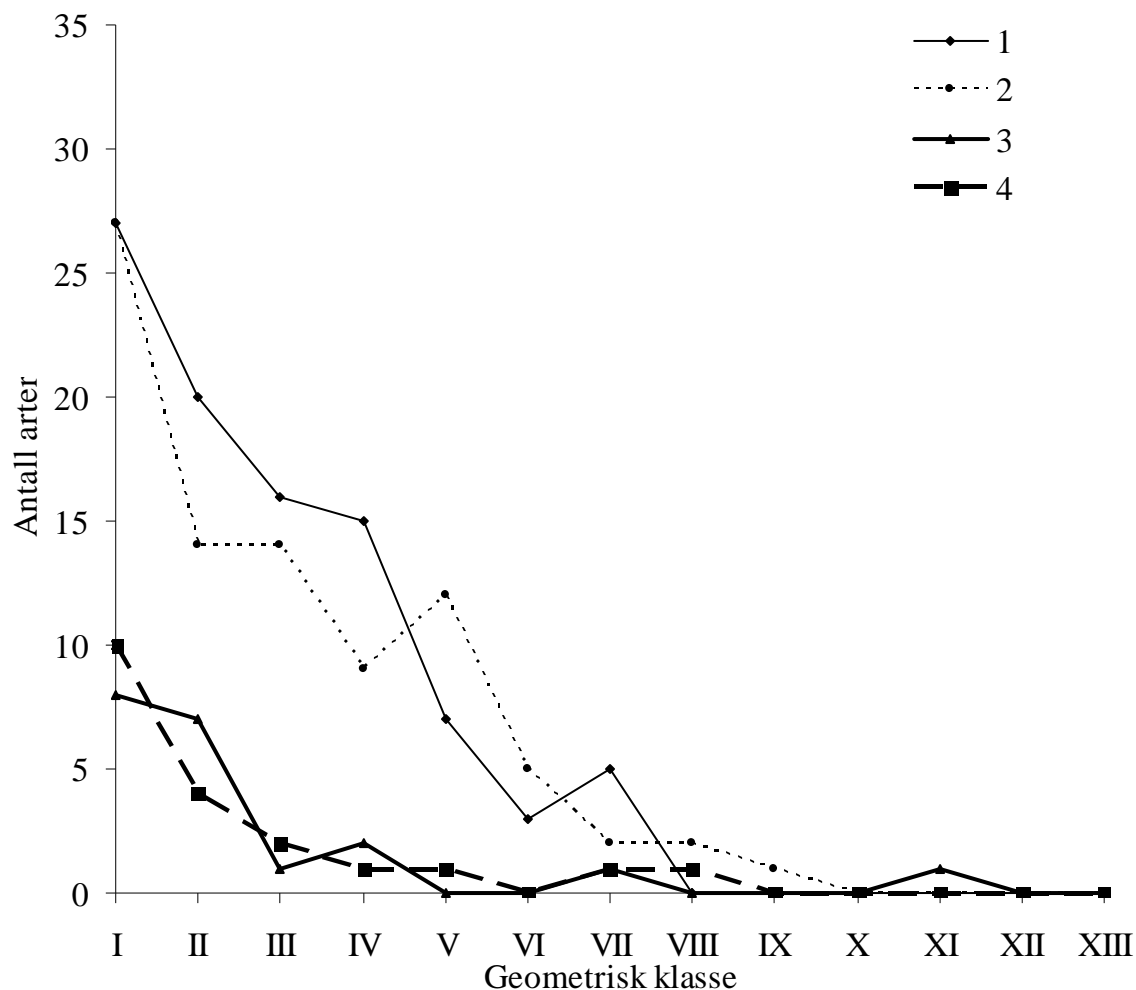
1	Ant ind	%	Kum %	2	Ant ind	%	Kum %
<i>Melinna elisabethae</i>	85	8,7	8,7	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	494	29,5	29,5
<i>Aphelochaeta</i> sp.	83	8,5	17,2	<i>Thyasira equalis</i>	136	8,1	37,6
<i>Pholoe baltica</i>	82	8,4	25,6	<i>Heteromastus filiformis</i>	132	7,9	45,4
<i>Chaetozone</i> sp.	78	8,0	33,6	<i>Polydora</i> sp.	97	5,8	51,2
<i>Synaptidae</i> indet.	73	7,5	41,1	<i>Notomastus latericeus</i>	84	5,0	56,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	46	4,7	45,8	<i>Pista malmgreni</i>	59	3,5	59,7
<i>Amythasides macroglossus</i>	45	4,6	50,4	<i>Synaptidae</i> indet.	57	3,4	63,1
<i>Sabellidae</i> indet.	37	3,8	54,2	<i>Streblosoma intestinale</i>	39	2,3	65,5
<i>Polydora</i> sp.	27	2,8	57,0	<i>Maldanidae</i> indet.	35	2,1	67,6
<i>Paraonis</i> sp.	27	2,8	59,7	<i>Thyasira sarsii</i>	34	2,0	69,6

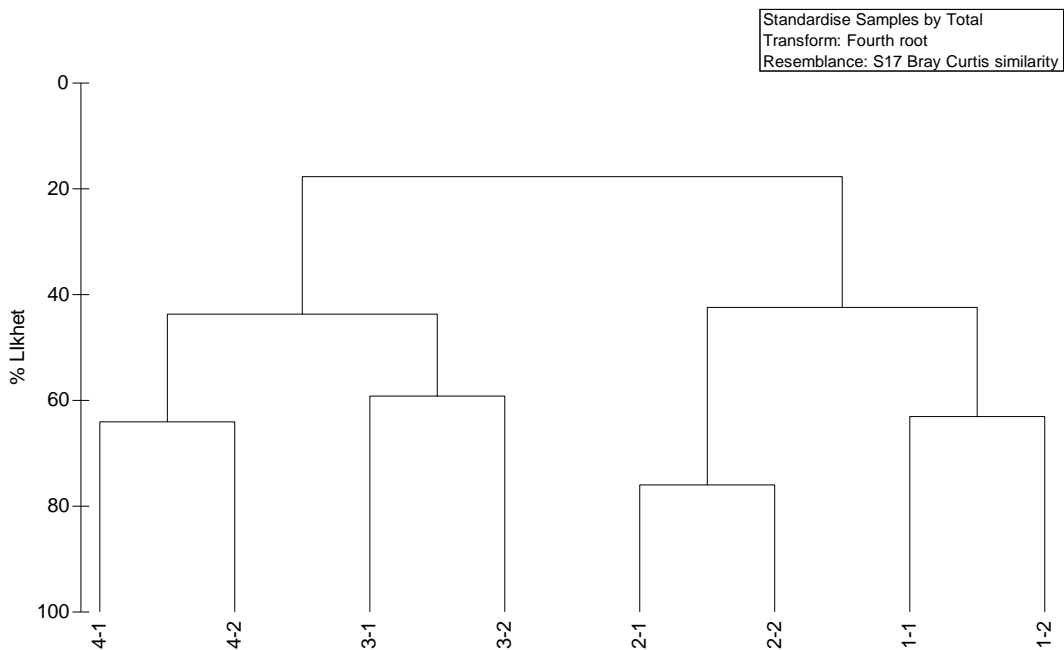
  

3	Ant ind	%	Kum %	4	Ant ind	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1192	89,8	89,8	<i>Chaetozone</i> sp.	140	42,2	42,2
<i>Mediomastus fragilis</i>	79	5,9	95,7	<i>Capitella capitata</i>	124	37,3	79,5
<i>Exogone</i> sp.	15	1,1	96,8	<i>Scoloplos armiger</i>	20	6,0	85,5
<i>Chaetozone</i> sp.	13	1,0	97,8	<i>Pholoe baltica</i>	14	4,2	89,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	5	0,4	98,2	<i>Mediomastus fragilis</i>	7	2,1	91,9
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3	0,2	98,4	<i>Polydora</i> sp.	6	1,8	93,7
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	0,2	98,6	<i>Thyasira flexuosa</i>	3	0,9	94,6
<i>Thyasira sarsii</i>	2	0,2	98,8	<i>Eteone longa</i>	3	0,9	95,5
<i>Nephtys paradoxa</i>	2	0,2	98,9	<i>Aricidea catherinae</i>	3	0,9	96,4
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	0,2	99,1	<i>Spio</i> sp.	2	0,6	97,0
<i>Scoloplos armiger</i>	2	0,2	99,2				
<i>Myrtea spinifera</i>	2	0,2	99,4				

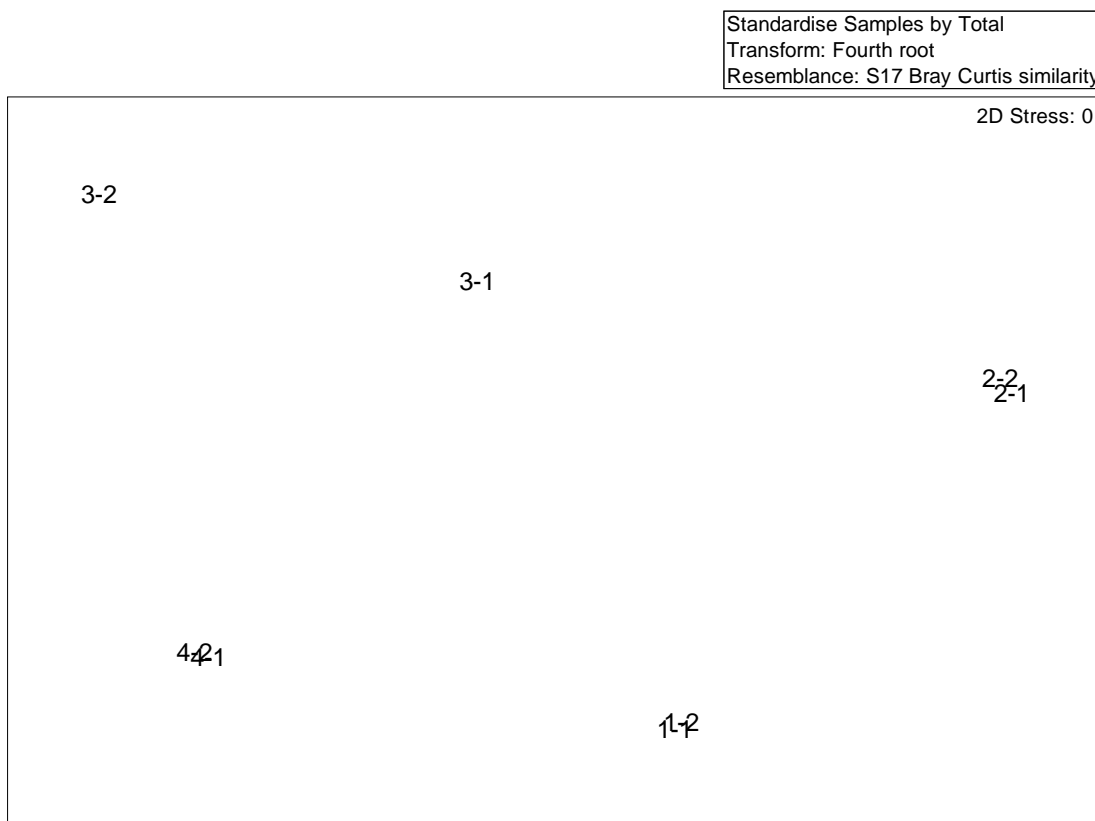
**Tabell 3.6.** Geometriske klasser fra Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011.

Geometriske klasser	1	2	3	4
I	27	27	8	10
II	20	14	7	4
III	16	14	1	2
IV	15	9	2	1
V	7	12	0	1
VI	3	5	0	0
VII	5	2	1	1
VIII	0	2	0	1
IX	0	1	0	0
X	0	0	0	0
XI	0	0	1	0
XII	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0

**Figur 3.4.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011.



**Figur 3.5** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.



**Figur 3.6.** MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokalitetene Slokkholmen Øst og Bjørnskjæret, Risværfjorden, Leka kommune i Nord-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 13. april 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på fire stasjoner.

Det ble utført kornfordelingsanalyser av sedimentet fra alle stasjonene. Sedimentet ved stasjon 1, 3 og 4 var grovkornet, mens sedimentet ved stasjon 2 var mer finkornet. Innhold av organisk materiale ved alle de fire stasjonene var ikke over det som er normalt for norske fjorder. Konsentrasjonene av sink og kobber var lave på samtlige stasjoner og gir tilstandsklasse I. Nivået av fosfor var moderat på alle stasjoner, og høyest på stasjon 3. Organisk innhold (% glødetap) var relativt lavt på alle stasjoner, men litt høyere på stasjon 2. TOC følger det samme mønsteret, men indikerer større mengde organisk materiale.

Bunndyrsundersøkelsen viste et svært godt artsmangfold ved stasjon 1 med svært god fordeling av faunaen, dette til tross for at den ligger nært anlegg. Stasjon 2 fungerer som felles fjernstasjon mellom anleggene. Her indikeres det liten påvirkning, og meget god faunadiversitet og et godt artsmangfold. Stasjon 3 ligger nært anlegg, og er tydelig negativt påvirket av produksjonen ved anlegget. Artsmangfoldet karakteriseres som dårlig, der én art av børstemark utgjør hele 90 % av dyrefaunaen. Ved stasjon 4 ble det funnet litt påvirkning fra anlegget, men i mindre grad enn på stasjon 3. Artsmangfoldet karakteriseres som moderat.

Oppsummert kan man si at de bentiske miljøforholdene i området rundt lokaliteten Slokkholmen er moderate til dårlige, mens områdene sør for lokalitetene og ved Bjørnskjæret er svært gode.

**Tabell 4.1.** Sammendrag av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Tilstand bunndyr	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand TOC
1	107	I	I	I	III
2	147	I	I	I	IV
3	101	II-III	I	I	II-III
4	67	I-II	I	I	I

## 5 TAKK

Vi takker Arne Wilhelm Fjellseth fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Fredrik R Staven fra Aqua Kompetanse AS.

Sedimentanalysene ble utført av Hanne-Monika Reinback ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad ved Seksjon for anvendt miljøforskning, Bergen.

## 6 LITTERATUR

Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.

Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.

Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktorsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

## 7 VEDLEGG

### GENERELL VEDLEGGSEDEL

#### Analyse av bunndyrsdata

##### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden.

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

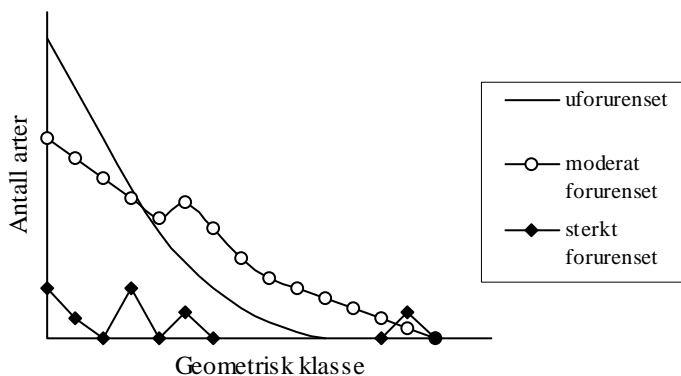
##### Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### Diversitet.

**Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ )** beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet ( $J$ , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der:  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.



Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der:  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien en.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES(100)$**  er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)}{N! / ((N - 100)! 100!)}$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $s$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

**Diversitetsindeksen  $SN$**  er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor  $S$  er antallet arter, og  $N$  er antallet individer i prøven

### **Ømfintlighet**

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

### **Sammensatte indekser**

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og  $H'$  diversitetsindekser, og  $N$  er antall individer i prøven.

### **Referansetilstand og klassegrenser**

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene\*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES <sub>100</sub>	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

\* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

### Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

#### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkevann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter  
 $p$  = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor:  $\hat{d}_{jk}$  = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten  $d_{jk}$  gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

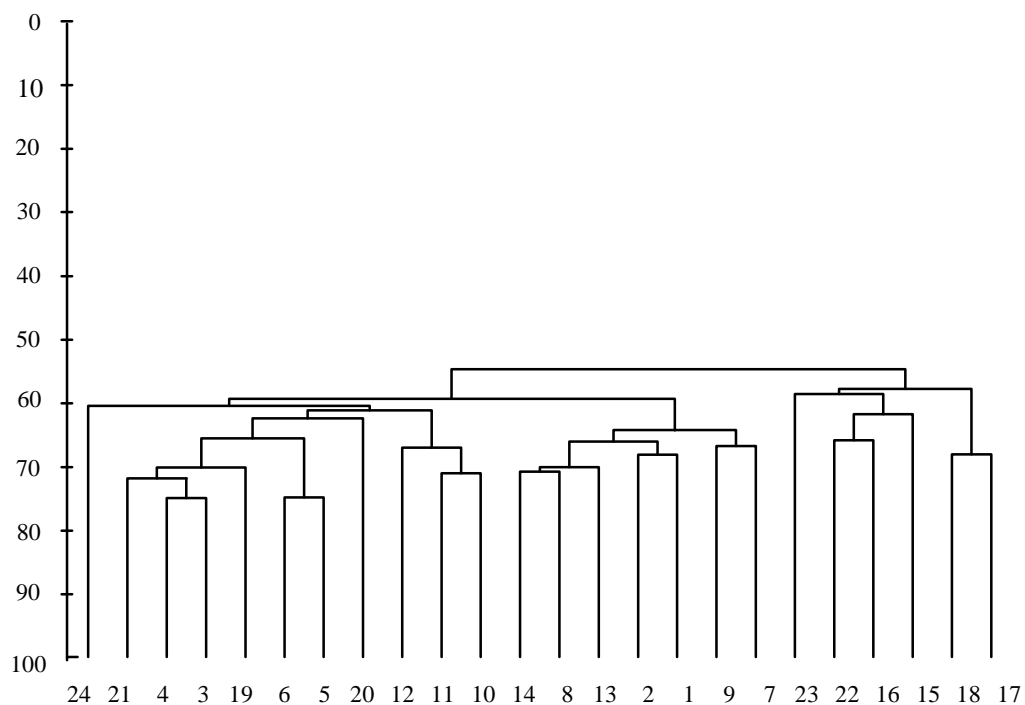
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,  $> 0,3$  plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

### Dataprogrammer

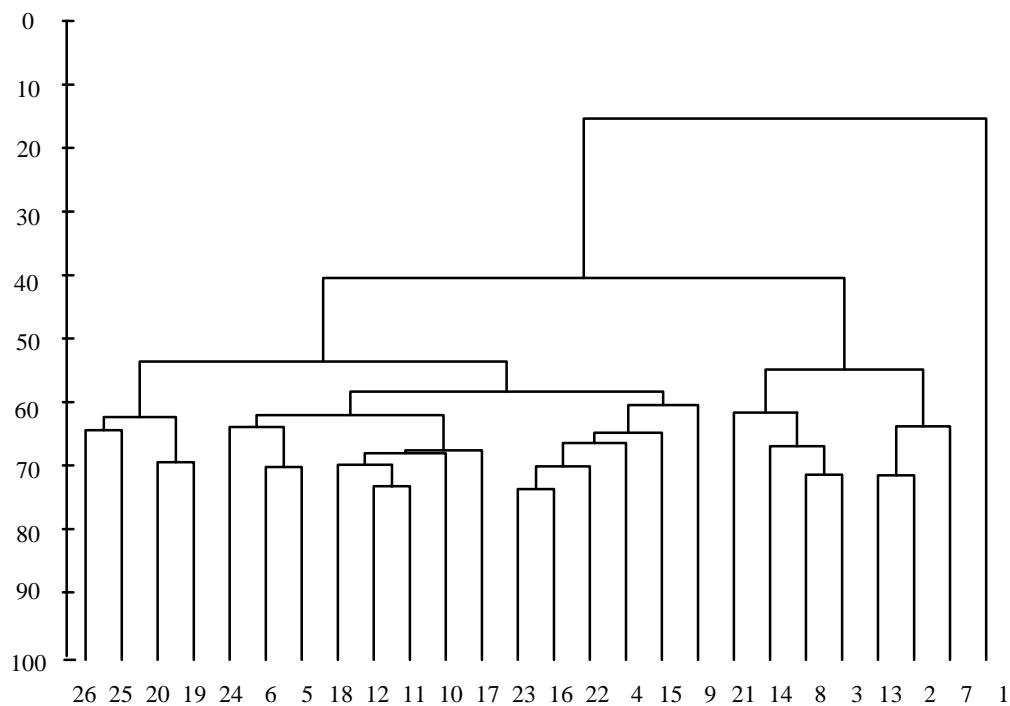
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

FAUNALIKHET

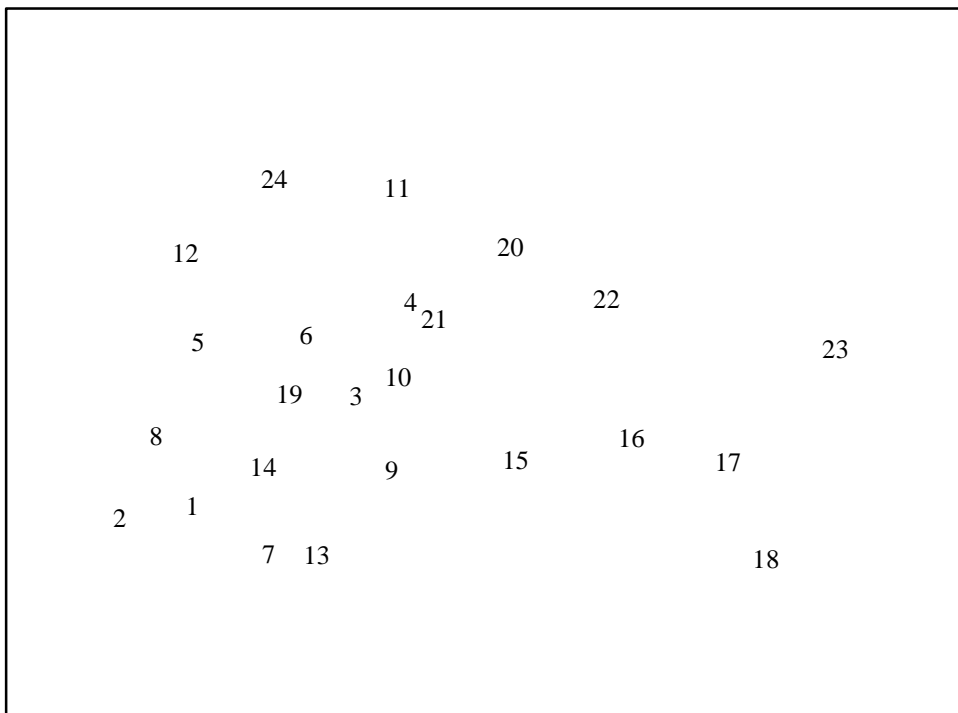


FAUNAFORSKJELL

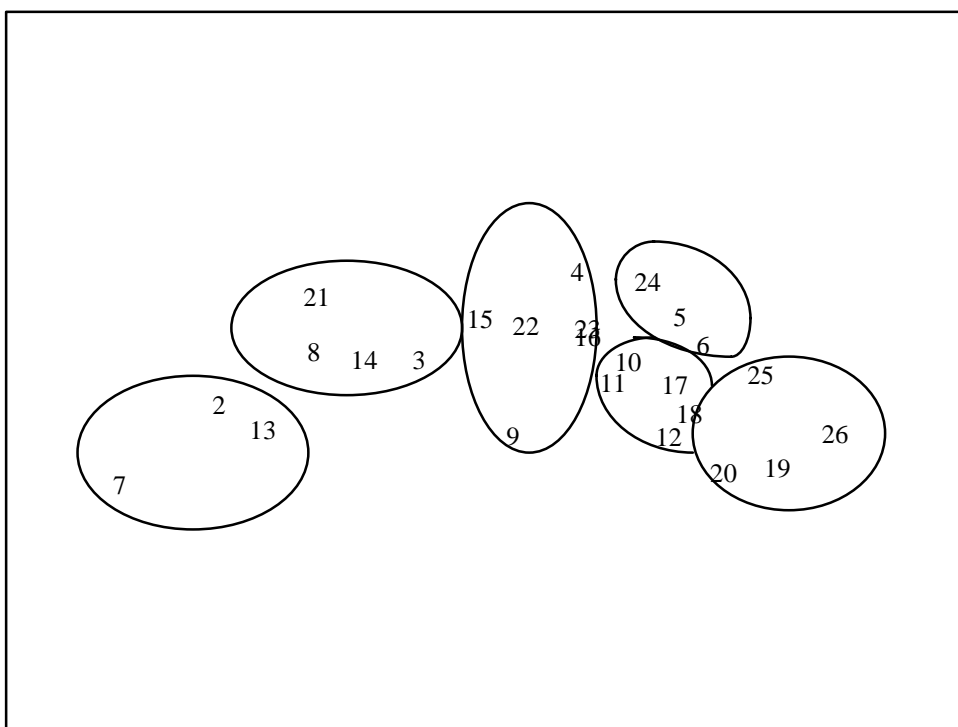


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



**Figur v3.** MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

### Litteratur til Generelt Vedlegg

Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.

Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.

Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*

Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.

Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.

Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.

Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*

Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

## Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

**BENTHOS ARTSLISTE**

SAM-Marin



**SAM-Marin**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua kompetanse AS, 7770 Flatanger**  
**Prosjekt nr.: 805513**  
**Prøvetakingssted (område): Leka, Nord Trøndelag**  
**Dato for prøvetaking: 13.04.2011**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad (under opplæring).**

**Metode:** Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

### Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

### Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:7 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:.....  
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon Dato	Hugg nr.	Bj 1		Bj 2		Bj 3	
		13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011
Art		1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+	+	+	+	+	+
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+	+		+		+
* PLATYHELMINTES indet.				1			
* NEMERTINI indet.		9	1	6	5		+
* NEMATODA indet.		8	15	1	1	8	9
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		8	38	263	231	5	
Aphrodita aculeata			0/1				
Polynoidae indet.			2				
Pholoe baltica		6/42	18/16	4/4	0/3		
Pholoe pallida				1			
Phyllodoce groenlandica		1/2	1/4	1/1	0/2	3	
Phyllodoce mucosa					0/1	0/2	
Phyllodoce rosea					0/1		
Eumida sp.					1		
Eumida ockelmanni							
Sige fusigera					1		
Eulalia mustela			1				
Eteone longa		1/2	1/3			1	
Hesionidae indet.			0/1				
Nereimyra punctata		0/1	1/1				
Ophiodromus flexuosus		1					
Syllidae indet.			8	5	5		1
Exogone sp.		3	2	1	1	9	6
Platynereis dumerilii			1				
Nephtys cf. hystricis			0/6				
Nephtys paradoxa				0/2		1	1
Sphaerodorum flavum		1					
Glycera lapidum		1	0/1		0/1		
Goniada maculata		1/5	3/1		0/3		1
Nothria conchylega		0/3	3/6	0/1	0/1		
Paradiopatra quadricuspis				3/1	10/3		
Eunice pennata			1				
Lumbrineridae indet.		4	2	2	4		
Drilonereis filum					0/1		
Dorvilleidae indet.							
Schistomeringos sp.			1				
Orbinia sp					0/1		
Scoloplos armiger		5/8	1/2			2	
Aonides paucibranchiata		1					
Laonice sarsi				1			
Polydora sp.		1	26	60	37	1	
Prionospio cirrifera		4	2	1			
Prionospio dubia				2			
Spio sp.			1				
Spiophanes kroeyeri		1/4	1/3	0/15	0/8		
Apistobranchnus tenuis		1					
Spiochaetopterus typicus					0/1		
Aricidea catherinae		7	1				



SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon Dato Art	Bj 1		Bj 2		Bj 3	
	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011
Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
Aricidea suecia	5					
Levinsenia gracilis				1		
Paraonis sp.	12	15	2			
Aphelochaeta sp.	59	24	3	2		
Chaetozone sp.	12	66	14	6	5	8
Cirratulus cirratus		0/1				0/1
Brada villosa	0/1					
Diplocirrus glaucus	1/8	6/8	7/4	2/2		
Pherusa falcata		0/2				
Ophelina acuminata		1			0/1	
Scalibregma inflatum	0/1	0/1				
Scalibregma sp			0/1	0/1		
Capitella capitata					493	699
Heteromastus filiformis	1	10	70	62	1	
Mediomastus fragilis	11	6			47	32
Notomastus latericeus	4/5	9/2	29/13	37/5		
Clymenura borealis			7	3		
Asychis biceps			6/2	5/6		
Maldane sarsi			0/4	0/1		
Rhodine gracilor				0/1		
Maldanidae indet.	1	3	18	17		
Myriochele oculata	3	5				
Myriochele danielsseni	6	2				
Owenia borealis		3	1			
Pectinaria auricoma	0/2		3	0/4		
Pectinaria koreni	0/2	1	0/2	1/1		
Ampharete lindstroemi	0/1					
Sabellides octocirrata	1	0/1	0/3	3/2		
Anobothrus gracilis	1	1/1				
Amythasides macroglossus		45	24	4		
Eclysippe vanelli			0/7	0/8		
Samytha sexcirrata		0/1				
Glyphanostomum pallescens		0/2				
Melinna cristata			3/2			
Melinna albicincta		1	1/12	3/7		
Melinna elisabethae	0/1	25/59				
Pista malmgreni			30/4	21/4		
Pista lornensis			4/1	7		
Zatsepinia rittichae			0/1			
Streblosoma intestinale			7/6	17/9		
Polycirrus medusa		3/1				
Polycirrus norvegicus	1			0/1		
Amaeana trilobata		1				
Trichobranchus roseus	0/2	0/2	1	0/1		
Terebellides stroemi	0/2	0/2	0/1	3/1		
Sabellidae indet.	6	31				
Euchone sp.		3	1	1		
OLIGOCHAETA indet.	5					
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.	7	6	11	11		
Phascolion strombus	4	9	4	5		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon Dato Art	Bj 1		Bj 2		Bj 3	
	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011
Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
Onchnesoma steenstrupi			1	4		
CRUSTACEA						
* Copepoda indet.						
* Vargula norvegica			3			
* Philomedes globosus	4	1	1			
* Hemilamprops roseus		0/1				
* Leucon sp				2		
* Eudorella emarginata				1		
* Diastylis cornuta	3	1				
* Diastylis tumida		0/1				
* Campylaspis costata			2	1		
* Campylaspis rubicunda				1		
* Tanaidacea indet.		1	9	4		
* Gnathia sp.		1	2			
* Amphipoda indet.	9	2	7	1		
* Caprellidae indet.		1				
Calocaris macandreae			1			
* Paguridae indet.					+	
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.	1	7	28	1		
Alvania cimicoides		1				
Euspira montagui	2			0/1		
Vitreolina philippi		1				
Ondina divisa		1				
Philine aperta				1		
Philine quadrata			2	0/3		
Philine scabra	0/2	2/1				
Cylichna alba			1	0/1		
Cylichna cylindracea	1/1	1/1	1			
Cylichna umbilicata			1			
Nudibranchiata indet.		2				
Nucula tumidula			1/1	3/1		
Yoldiella lucida			2/1	4		
Yoldiella nana		1	3	1		
Yoldiella philippiana	6/2	1		1		
Crenella decussata	1/2					
Modiolula phaseolina				0/1		
Aequipecten opercularis	0/1					
Similipecten similis	3/1					
Myrtea spinifera		1				2
Thyasira flexuosa	1/2	1			0/1	2
Thyasira obsoleta			14/1	14/1		
Thyasira sarsii	3/7	3/3	9/10	12/3	2	
Thyasira equalis			59/4	71/2		
Axinulus croulinensis			2			
Mendicula feruginosa		6/1	24/2	2		
Adontorhina similis			15	1		
Kurtiella bidentata			3			
Astarte sulcata	0/2					
Parvicardium minimum	1		0/2			
Abra nitida	1	0/1	10/4	9/3	1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon	Dato	Bj 1		Bj 2		Bj 3	
		13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011	13.04.2011
Art	Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
Corbula gibba				1			
Cuspidaria obesa				1/1	1		
Antalis entale				5/1	2		
Entalina tetragona							
* Bryozoa indet.							
* Bryozoa grenet		+					
<b>ECHINODERMATA</b>							
Amphipholis squamata			0/1				
Amphiura chiajei			3				
Amphiura filiformis		4	5/1				
Amphilepis norvegica				0/1			
Ophiura affinis		4/5	2/1				
Ophiura carnea			2	3	2		
Echinoidea indet.					0/1		
Synaptidae indet.		39	34	32	25		
* POGONOPHORA indet.							
* Siboglinum fiordicum			+	+	+		
ENTEROPNEUSTA indet.		1	1				
<b>CHORDATA</b>							
Ascidiacea indet.				1			
* PISCES indet.							3
* PISCES egg.			1	3	4		
* VARIA		+	+	+		+	+

Stasjon	Dato	Bj 4	
		13.04.2011	13.04.2011
Art	Hugg nr.	2	3
* PORIFERA indet.			
* HYDROZOA			
* Hydrozoa indet.			
* PLATYHELMINTES indet.			
* NEMERTINI indet.		1	4
* NEMATODA indet.		4	30
<b>POLYCHAETA</b>			
Paramphinome jeffreysii			
Aphrodita aculeata			
Polynoidae indet.			
Pholoe baltica		2/1	6/5
Pholoe pallida			
Phyllodoce groenlandica			
Phyllodoce mucosa			
Phyllodoce rosea			
Eumida sp.			
Eumida ockelmanni			1
Sige fusigera			
Eulalia mustela			
Eteone longa		1	1/1
Hesionidae indet.			
Nereimyra punctata			
Ophiodromus flexuosus			
Syllidae indet.		1	

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon		Bj 4	Bj 4
Dato		13.04.2011	13.04.2011
Art	Hugg nr.	2	3
Exogone sp.			
Platynereis dumerilii			
Nephtys cf. hystricis			
Nephtys paradoxa			
Sphaerodorum flavum			
Glycera lapidum			
Goniada maculata			0/1
Nothria conchylega			
Paradiopatra quadricuspis			
Eunice pennata			
Lumbrineridae indet.			
Drilonereis filum			
Dorvilleidae indet.			1
Schistomeringos sp.			
Orbinia sp			
Scoloplos armiger		2/5	0/13
Aonides paucibranchiata			
Laonice sarsi			
Polydora sp.		1	5
Prionospio cirrifera			
Prionospio dubia			
Spio sp.		2	
Spiophanes kroeyeri			
Apistobanchus tenuis			
Spiochaetopterus typicus			
Aricidea catherinae			3
Aricidea suecia			
Levinsenia gracilis			
Paraonis sp.			1
Aphelochaeta sp.			
Chaetozone sp.		46	94
Cirratulus cirratus			
Brada villosa			
Diplocirrus glaucus			
Pherusa falcata			
Ophelina acuminata			
Scalibregma inflatum			
Scalibregma sp			
Capitella capitata		0/15	0/109
Heteromastus filiformis			
Mediomastus fragilis		3	4
Notomastus latericeus			
Clymenura borealis			
Asychis biceps			
Maldane sarsi			
Rhodine gracilor			
Maldanidae indet.			
Myriochele oculata			
Myriochele danielsseni			
Owenia borealis			
Pectinaria auricoma			0/1

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon		Bj 4	Bj 4
Dato		13.04.2011	13.04.2011
Art	Hugg nr.	2	3
Pectinaria koreni			
Ampharete lindstroemi			
Sabellides octocirrata			
Anobothrus gracilis			
Amythasides macroglossus			
Eclysippe vanelli			
Samytha sexcirrata			
Glyphanostomum pallescens			
Melinna cristata			
Melinna albicincta			
Melinna elisabethae			
Pista malmgreni			
Pista lornensis			
Zatsepinia rittichae			
Streblosoma intestinale			
Polycirrus medusa			
Polycirrus norvegicus			
Amaeana trilobata			
Trichobranchus roseus			
Terebellides stroemi			
Sabellidae indet.		1	
Euchone sp.			
OLIGOCHAETA indet.			
SIPUNCULA			
Sipuncula indet.			
Phascolion strombus			
Onchnesoma steenstrupi			
CRUSTACEA			
* Copepoda indet.			1
* Vargula norvegica			
* Philomedes globosus			
* Hemilamprops roseus			
* Leucon sp			
* Eudorella emarginata			
* Diastylis cornuta			
* Diastylis tumida			
* Campylaspis costata			
* Campylaspis rubicunda			
* Tanaidacea indet.			
* Gnathia sp.			
* Amphipoda indet.			
* Caprellidae indet.			
Calocaris macandreae			
* Paguridae indet.			
MOLLUSCA			
Caudofoveata indet.		+	
Alvania cimicoides			
Euspira montagui			
Vitreolina philippi			
Ondina divisa			
Philine aperta			

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Stasjon		Bj 4	Bj 4
Dato		13.04.2011	13.04.2011
Art	Hugg nr.	2	3
Philine quadrata			
Philine scabra		1	
Cylichna alba			
Cylichna cylindracea			
Cylichna umbilicata			
Nudibranchiata indet.			
Nucula tumidula			
Yoldiella lucida			
Yoldiella nana			
Yoldiella philippiana			
Crenella decussata			
Modiolula phaseolina			
Aequipecten opercularis			
Similipecten similis			
Myrtea spinifera			
Thyasira flexuosa		1	0/2
Thyasira obsoleta			
Thyasira sarsii		1	
Thyasira equalis			
Axinulus croulinensis			
Mendicula feruginosa			
Adontorhina similis			
Kurtiella bidentata			
Astarte sulcata			
Parvicardium minimum			
Abra nitida			
Corbula gibba			1
Cuspidaria obesa			
Antalis entale			
Entalina tetragona			
* Bryozoa indet.			
* Bryozoa grenet			
ECHINODERMATA			
Amphipholis squamata			
Amphiura chiajei			
Amphiura filiformis			
Amphilepis norvegica			
Ophiura affinis			
Ophiura carnea			
Echinoidea indet.			
Synaptidae indet.			
* POGONOPHORA indet.			
* Siboglinum fiordicum			
ENTEROPNEUSTA indet.			
CHORDATA			
Ascidiacea indet.			
* PISCES indet.			
* PISCES egg.			1
* VARIA		+	+

## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



Uni Research AS  
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
5006 BERGEN  
Attn: Uni Miljø

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50PB 3055  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

AR-11-MM-010783-01



EUNOMO-00036209

Prøvemottak: 01.07.2011  
Temperatur:  
Analyseperiode: 05.07.2011-14.07.2011  
Referanse: 611101, 805513 ref.  
19/11

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2011-07050123	Prøvetakingsdato:	13.04.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	1	Analysestartdato:	05.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	7.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	250	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	57	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	15	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-07050124	Prøvetakingsdato:	13.04.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	2	Analysestartdato:	05.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	31	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	470	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	48	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	28	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-07050125	Prøvetakingsdato:	13.04.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	3	Analysestartdato:	05.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	510	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	56	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	13	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

<:Mindre enn, >:Større enn, nd:Ikke påvist, MPN:Most Probable Number, cfu:Colony Forming Units, MU:Uncertainty of Measurement, LOQ:Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2

AR-11-MM-010783-01



EUNOMO-00036209



Prøvenr.:	439-2011-07050126	Prøvetakingsdato:	13.04.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	4	Analysestartdato:	05.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	6.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	7.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	57	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

**Moss 14.07.2011***Hanne-Monica Reinback*

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2